

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-136818

(43)Date of publication of application : 30.05.1995

(51)Int.Cl.

B23B 37/00

B23H 9/00

B23Q 15/12

B26F 1/26

B28D 1/14

(21)Application number : 05-286994

(71)Applicant : SOUZOU KAGAKU:KK

(22)Date of filing : 16.11.1993

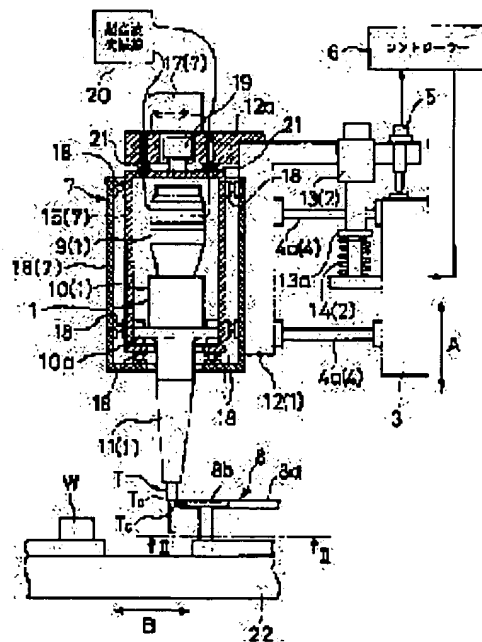
(72)Inventor : MASUZAWA TAKAHISA
HAYASHI KAZUYUKI
MIYASHITA KINYA

(54) ULTRASONIC DRILLING, WORKING DEVICE THEREFOR AND WORKING TOOL THEREFOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To carry out ultrasonic drilling of very fine diameter by mounting an ultrasonic tool at high vertical accuracy on an ultrasonic oscillator unit.

CONSTITUTION: A working device for ultrasonic drilling is provided with an ultrasonic oscillator unit 1, on which an ultrasonic tool T is mounted, a working pressure setting means for abutting the tool T on a work W at a specific initial working pressure, a mobile table 3 for displacing the ultrasonic oscillator unit in relation to the work W, a unit supporting means 4 for supporting the tare of the ultrasonic oscillator unit 1, a displacement detection sensor 5 for detecting the displacement of the position, and a controller 6 for controlling the feeding velocity and/or feeding quantity of the movable table 3. When drilling is to be carried out, a tool material To of the ultrasonic tool T is mounted on the ultrasonic oscillator unit 1, and a tool edge part Tc is formed on the tool material To by means of a wire discharge cutting means 8 while rotating the ultrasonic oscillator unit 1 or intermittently moving the unit in rotation at a specific angle, so as to align the unit at high accuracy around the center of rotation.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3629281

[Date of registration] 17.12.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-136818

(43) 公開日 平成7年(1995)5月30日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 B 37/00		9029-3C		
B 2 3 H 9/00	Z	9239-3C		
B 2 3 Q 15/12	Z			
B 2 6 F 1/26	G	7411-3C		
B 2 8 D 1/14		9029-3C		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平5-286994

(22) 出願日 平成5年(1993)11月16日

(71) 出願人 591012266

株式会社創造科学

神奈川県川崎市宮前区宮崎150

(72) 発明者 増沢 隆久

神奈川県鎌倉市笛田442番地5

(72) 発明者 林 和行

東京都大田区中央2-24-3-102

(72) 発明者 宮下 欣也

神奈川県川崎市中原区宮内3-4-1

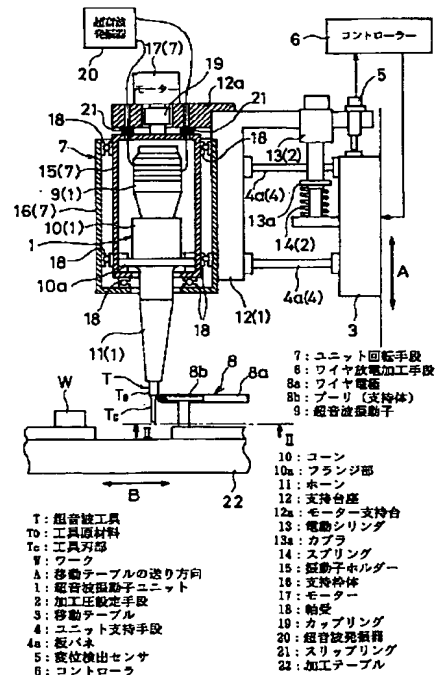
(74) 代理人 弁理士 成瀬 勝夫 (外2名)

(54) 【発明の名称】 超音波穴明け加工方法及びそのための加工装置並びにこれに用いる加工具

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 超音波振動子ユニットに垂直精度良く超音波加工具を取り付けて、極微小径の超音波穴明け加工を行う。

【構成】 超音波加工具Tが取り付けられる超音波振動子ユニット1と、所定の初期加工圧でワークWに当接させる加工圧設定手段と、ワークWに対して超音波振動子ユニット1を変位させる移動テーブル3と、超音波振動子ユニット1の自重を支えるユニット支持手段4と、その位置変位を検出する変位検出センサ5と、移動テーブル3の送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラ5とを有する。穴明け加工を行うに際し、超音波振動子ユニット1に超音波加工具Tの工具原材料T₀を取り付け、超音波振動子ユニット1を回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回転させながら工具原材料T₀にワイヤ放電研削加工手段8により工具刃部T_cを形成し、回転中心に高精度で芯出しする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 超音波工具が取り付けられる超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持するユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラとから構成された超音波穴明け加工装置で穴明け加工を行うに際し、上記超音波振動子ユニットに上記超音波工具の工具原材料を取り付け、この超音波振動子ユニットを回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回転させながら工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、この超音波振動子ユニットの回転中心に芯出しされた工具刃部を有する超音波工具で穴明け加工を行うことを特徴とする超音波穴明け加工方法。

【請求項 2】 超音波振動子、コーン及びこのコーンに対して着脱可能であると共に超音波工具が取り付けられるホーンとを有する超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持するユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラとから構成された超音波穴明け加工装置で穴明け加工を行うに際し、コーンから取り外されたホーンに超音波工具の工具原材料を取り付け、このホーンを回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回転させながら工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成してこのホーンの回転中心に芯出しされた工具刃部を有する超音波工具を形成し、この超音波工具を備えたホーンを上記超音波振動子ユニットのコーンに取り付けて穴明け加工を行うことを特徴とする超音波穴明け加工方法。

【請求項 3】 工具原材料のワイヤ放電研削加工は、走行ワイヤ電極とこの走行ワイヤ電極を支持する支持体とを有するワイヤ放電加工手段により、支持体に接する走行ワイヤ電極のワイヤ部分のみを用いて行う請求項 1 又は 2 記載の超音波穴明け加工方法。

【請求項 4】 超音波工具が取り付けられる超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上

記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持するユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラと、上記超音波振動子ユニットを所定の速度で回転又は所定の角度ごとに間欠的に回転させるユニット回転手段と、この超音波振動子ユニットに取り付けられた工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成するワイヤ放電加工手段とを備えていることを特徴とする超音波穴明け加工装置。

【請求項 5】 ユニット支持手段は、一端が移動テーブルに連結されていると共に他端が超音波振動子ユニットに連結されている板バネであり、この板バネにより上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して揺動自在に支持する請求項 4 記載の超音波穴明け加工装置。

【請求項 6】 ユニット支持手段は、移動テーブルに取り付けられた超音波振動子ユニットの支持台座と、超音波振動子ユニットのコーンに設けられたフランジとの間に介装された磁気支持体であり、この磁気支持体により上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して上下動自在に支持する請求項 4 記載の超音波穴明け加工装置。

【請求項 7】 超音波振動子、コーン及びこのコーンに対して着脱可能であると共に超音波工具が取り付けられるホーンとを有する超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持するユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラとから構成された超音波穴明け加工装置で用いられる加工工具であり、着脱可能に形成された上記超音波振動子ユニットのホーンと、このホーンに超音波工具の工具原材料を取り付け、このホーンを回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回転させながら工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成することにより、ホーンの回転中心に芯出しされた工具刃部を有する超音波工具と

からなることを特徴とする超音波穴明け加工用の加工具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、超音波加工によって難削材に穴明け加工を行う超音波穴明け加工装置に係り、詳細には、数値制御による超音波加工を可能とするための装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ファインセラミックス、ファインガラス、ファインカーボン等の難削材に対する小径穴、異形穴等の穴明け加工には主として超音波加工装置が用いられている。周知の如く超音波加工とは、所定の送り速度で相対的に移動する工具とワークとを適当な加工圧で当接させると共に、上記ワーク加工面と工具との当接位置には砥粒を供給し、超音波振動子で上記工具に超音波振動を与えながら砥粒を振動させ、その運動エネルギーによってワークを破砕する加工法である。

【0003】従来、この超音波加工装置としては、以下に示すものが知られている。先ず第一に、工具を装着した超音波振動子ユニットの重量と加工圧設定用の錘の重量とを釣り合わせ、両者の重量差を調整して工具を微小加工圧でワークに当接させる加工装置が知られている。この加工装置において、ワークに対する工具の送り速度は上記錘の重量の加減により調整される。

【0004】また、油圧シリンダによって移動可能な加工テーブルにワークを固定し、固定された超音波振動子ユニットに対してワークを移動させながら加工圧を発生させる加工装置も知られている。この加工装置において、加工テーブルの送り速度は油圧シリンダによって各加工毎に設定される。更に、超音波振動子ユニットの自重と釣り合った支持力で超音波振動子ユニットを下方から支持する一方、上方からは所定の圧力で超音波振動子ユニットを付勢し、この状態で工具を一定の送り速度で移動させて加工を行う加工装置も知られている。

【0005】ところで、この超音波加工において、工具がワークに切り込む加工速度は工具とワーク加工面との間に生じている加工圧に依存している。すなわち、最適な加工圧によってのみ最大の加工速度を得ることができ、加工圧がこの最適加工圧より過大であっても過小であっても最大加工速度を得ることはできない。また、最適加工圧は工具の振幅状態やスラリー供給状態の変化に応じて常に変化しているため、工具を一定の送り速度でワークに対して変位させていたのでは常に最適な加工圧を維持することができない。従って、超音波加工における加工効率の向上のためには、常に工具とワーク加工面との間に最適な加工圧が発生するように、加工の進行に応じて工具の送り速度を細かく制御する必要がある。

【0006】しかしながら、このような従来の技術では、そのいずれにおいても工具あるいはワークの送り速

度が一定であり、加工途中における工具摩耗量を検知して工具送り速度等の加工条件を制御することは困難であり、加工の開始から終了まで常に最適な加工圧を維持することができなかった。このため、従来の超音波加工装置は加工効率が著しく悪いものであった。また、従来の加工装置は発生している加工圧が最適加工圧に合致しているか否かを客観的に検出する手段を備えていないので、工具あるいはワークの送り速度を設定するに当たっては作業者の熟練が必要であった。このため、加工費の大部分を人件費が占めてしまい、加工コストの低減には自ずと限界があった。

【0007】そこで、本発明者らは、先に、このような問題を解決した超音波穴明け加工装置を開発し、提案した。すなわち、特願平4-227745号において、超音波工具が取り付けられる超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して揺動自在に連結する板バネ等からなるユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラとから構成された超音波穴明け加工装置を提案した。

【0008】また、特願平5-139786号において、上記ユニット支持手段が、移動テーブルに取り付けられた超音波振動子ユニットの支持台座と、超音波振動子ユニットのコーンに設けられたフランジとの間に介装された磁気支持体からなり、この磁気支持体により上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して上下動自在に支持する超音波穴明け加工装置を提案した。

【0009】これら本発明者らの提案に係る超音波穴明け加工装置によれば、工具とワークとの間に常に最適な加工圧が発生するように工具の送り速度を精密に制御することができ、また、この加工圧に基づいて工具の送り速度を数値制御することにより人的労力の軽減を図ることもでき、更に、工具の摩耗量を正確に把握して無駄な共削り加工の発生を防止することができ、飛躍的に加工効率の向上を図ることができる。

【0010】ところで、このような超音波穴明け加工装置においても、超音波振動子ユニットに取り付けられた超音波工具の垂直精度が悪いと、正確な穴明け加工が困難になるばかりでなく、この超音波工具がその垂直精度誤差に基づいて変形したり、あるいは、破損することがあり、特に、超音波工具の工具径が細くなればなるほど

この傾向が顕著になる。

【0011】しかるに、超音波穴明け加工装置において、その超音波振動子ユニットを垂直精度良く設置することは比較的良好であるが、この超音波振動子ユニットに超音波工具を垂直精度良く取り付けることは、その工具径が細くなればなるほど困難になり、しかも、このように工具径が細くなると超音波工具の取扱いも極めて困難になるという問題がある。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、かかる観点に鑑みて創案されたもので、その目的とするところは、超音波振動子ユニットに垂直精度良く超音波工具を取り付けて超音波穴明け加工を行うことができる超音波穴明け加工方法を提供することにある。

【0013】また、本発明の他の目的は、超音波振動子ユニットに垂直精度良く超音波工具を取り付け、これによって工具径の細い超音波工具の使用を可能にし、極微小径の超音波穴明け加工を行うことができる超音波穴明け加工方法を提供することにある。

【0014】更に、本発明の他の目的は、超音波振動子ユニットに垂直精度良く超音波工具を取り付けることができ、これによって極微小径の超音波穴明け加工も可能な超音波穴明け加工装置を提供することにある。

【0015】更に、本発明の他の目的は、極細の工具径を有する超音波工具であっても、この超音波工具を容易にその垂直精度良く超音波振動子ユニットに取り付けることができる超音波穴明け加工用の加工工具を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】すなわち、本発明は、超音波工具が取り付けられる超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持するユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラとから構成された超音波穴明け加工装置で穴明け加工を行うに際し、上記超音波振動子ユニットに上記超音波工具の工具原材料を取り付け、この超音波振動子ユニットを回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回転させながら工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、この超音波振動子ユニットの回転中心に芯出しされた工具刃部を有する超音波工具で穴明け加工を行う超音波穴明け加工方法である。

【0017】また、本発明は、超音波振動子、コーン及

びこのコーンに対して着脱可能であると共に超音波工具が取り付けられるホーンとを有する超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持するユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラとから構成された超音波穴明け加工装置で穴明け加工を行うに際し、コーンから取り外されたホーンに超音波工具の工具原材料を取り付け、このホーンを回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回転させながら工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成してこのホーンの回転中心に芯出しされた工具刃部を有する超音波工具を形成し、この超音波工具を備えたホーンを上記超音波振動子ユニットのコーンに取り付けて穴明け加工を行う超音波穴明け加工方法である。

【0018】更に、本発明は、このような超音波穴明け加工方法を実施する際に好適に用いることができる超音波穴明け加工装置であり、また、超音波穴明け加工用の加工工具である。

【0019】本発明において、超音波穴明け加工装置の構成は、基本的には、特願平4-227745号や特願平5-139786号において提案されたものと同じものでよく、超音波工具が取り付けられる超音波振動子ユニットと、この超音波振動子ユニットを付勢して上記超音波工具を所定の初期加工圧でワークに当接させる加工圧設定手段と、ワークに対して上記超音波振動子ユニットを変位させる移動テーブルと、上記超音波振動子ユニットの自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニットを上記移動テーブルにその送り方向に対して移動自在に支持するユニット支持手段と、上記超音波振動子ユニットの移動テーブルに対する位置変位を検出する変位検出センサと、この変位検出センサの検出信号に基づき上記移動テーブルの送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラとを備えたものが使用される。

【0020】そして、上記超音波振動子ユニットとしては、それが超音波振動子、コーン及び超音波工具が着脱可能に取り付けられるホーンで構成され、これら超音波振動子、コーン及びホーンの全体が一体的に形成されていてもよく、また、少なくとも上記コーンに対してホーンが着脱可能に形成され、超音波工具の取り付け作業の際にはこのホーンをコーンから取り外して行うことができるようになっているものでもよい。

【0021】また、本発明においては、穴明け加工を行うに際し、超音波振動子ユニットに研削加工されて超音

波工具となる工具原材料を取り付け、この超音波振動子ユニットを回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回転させながら工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、これによって超音波振動子ユニットに取り付けられてその回転中心に芯出しされた工具刃部を有する超音波工具を形成し、穴明け加工を行うか、あるいは、コーンからホーンを取り外し、この取り外したホーンに超音波工具の工具原材料を取り付け、このホーンを回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回転させながら工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、これによってホーンの回転中心に芯出しされた工具刃部を有する超音波工具を形成し、この超音波工具が取り付けられたホーンを超音波振動子ユニットのコーンに取り付けて穴明け加工を行う。

【0022】ここで、超音波振動子ユニットあるいは取り外されたホーンに取り付けられた工具原材料を研削加工して超音波工具に形成するためのワイヤ放電研削加工としては、代表的には例えば、特開昭55-54138号公報に記載の方法、すなわち、ワイヤ電極と、このワイヤ電極を所定の形状にガイドする摺動若しくは回転する複数のガイドと、これらガイド間に上記ワイヤ電極を所定のテンションをかけながら巻取り移動させる移動装置とからなり、ガイドされるワイヤ電極の輪郭を加工に利用するものであって、このワイヤ電極を工具原材料に所定の間隔を維持して対向せしめ、これらワイヤ電極と工具原材料との間に加工パルスを供給して所定の研削加工を行う方法や、特公平4-28486号公報記載の方法、すなわち、工具原材料の加工部位に近接するワイヤ電極をプーリ等の支持体に接するワイヤ部分のみとし、このワイヤ部分と工具原材料の加工部位との間のみに放電を行わせて指定の研削加工を行う方法が挙げられる。

【0023】本発明において、超音波振動子ユニットに工具原材料を取り付け、この工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、これによって穴明け加工を行う場合には、超音波穴明け加工装置に超音波振動子ユニットを所定の速度で回転又は所定の角度ごとに間欠的に回転させるユニット回転手段を設けると共に、ワークが搭載される加工台には上記超音波振動子ユニットに取り付けられた工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成するワイヤ放電加工手段を設置し、このワイヤ放電加工手段による工具原材料のワイヤ放電研削加工が終了した後に、加工台を移動させてこの加工台に搭載されたワークを形成された超音波工具で穴明け加工するのがよい。

【0024】また、コーンから取り外されたホーンに工具原材料を取り付け、この工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、これによってホーンに取りつけられた超音波工具を形成し、この超音波工具が取り付けられたホーンを超音波振動子ユニットのコーンに取り付けて穴明け加工を行う場合には、ワイヤ放電加

工手段に、ホーンを垂直に固定してこのホーンを回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回転させるホーン回転手段を設けるのがよい。

【0025】更に、超音波振動子ユニットのホーンに超音波工具を取り付ける手段については、このホーンから超音波工具への超音波の伝達効率を高めるために、好ましくはホーンと超音波工具との間を組織的に一体に連結するのがよく、そのためにこれらホーンと超音波工具との間をロウ付けあるいはハンダ付けで固定するのがよい。

【0026】なお、工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して形成される工具刃部の断面形状については、特に円形状に限られるものではなく、工具原材料が取り付けられた超音波振動子ユニットあるいはホーンを所定の角度ごとに間欠的に回転させながらこの工具原材料にワイヤ放電研削加工を施すことにより、例えば、三角形、四角形、五角形等の各種の形状を有する工具刃部を形成することができる。

【0027】

【作用】本発明によれば、超音波振動子ユニットに工具原材料を取り付け、この工具原材料を回転又は所定の角度で回転させながらワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、形成された超音波工具を超音波振動子ユニットから取り外すことなくそのまま穴明け加工を行うので、超音波振動子ユニットの垂直精度に若干の誤差があってもその先端に取り付けられた超音波工具の垂直精度は確保され、工具の変形や破損の事故を可及的に防止することができ、また、超音波穴明け加工を正確にかつ円滑に実施することができ、これによって工具径の細い超音波工具の使用を可能にし、極微小径の超音波穴明け加工を行うことができる。

【0028】また、本発明によれば、超音波振動子ユニットのコーンから取り外されたホーンに工具原材料を取り付け、この工具原材料にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部を形成し、これによってホーンに取りつけられた超音波工具を形成し、この超音波工具が取り付けられたホーンを超音波振動子ユニットのコーンに取り付けて穴明け加工を行うので、超音波振動子ユニットの垂直精度を確保しさえすれば、この超音波振動子ユニットの垂直精度がそのまま超音波工具の垂直精度に反映され、工具の変形や破損の事故を可及的に防止することができ、また、超音波穴明け加工を正確にかつ円滑に実施することができ、これによって工具径の細い超音波工具の使用を可能にし、極微小径の超音波穴明け加工を行うことができる。

【0029】

【実施例】以下、添付図面に示す実施例に基づいて、本発明を具体的に説明する。

【0030】実施例1

図1及び図2に本発明の実施例1に係る超音波穴明け加

10

20

30

40

50

工装置の概略が示されている。この図 1 及び図 2 において、超音波穴明け加工装置は、超音波工具 T が取り付けられる超音波振動子ユニット 1 と、この超音波振動子ユニット 1 を付勢して上記超音波工具 T を所定の初期加工圧でワーク W に当接させる加工圧設定手段 2 と、ワーク W に対して上記超音波振動子ユニット 1 を変位させる移動テーブル 3 と、上記超音波振動子ユニット 1 の自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニット 1 を上記移動テーブル 3 にその送り方向 A に対して移動自在に支持するユニット支持手段 4 と、上記超音波振動子ユニット 1 の移動テーブル 3 に対する位置変位を検出する変位検出センサ 5 と、この変位検出センサ 5 の検出信号に基づき上記移動テーブル 3 の送り速度及び／又は送り量を制御するコントローラ 6 と、上記超音波振動子ユニット 1 を所定の速度で回転又は所定の角度ごとに間欠的に回転させるユニット回転手段 7 と、この超音波振動子ユニット 1

に取り付けられた工具原材料 T。にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部 T。を形成するワイヤ放電加工手段 8 とを備えている。

【0031】この実施例において、上記超音波振動子ユニット 1 は、互いに同軸上に配置されている超音波振動子 9、コーン 10 及びホーン 11 と、上記コーン 10 に設けられたフランジ部 10。を介してこれら超音波振動子 9、コーン 10 及びホーン 11 を支持する支持台座 12 とで構成され、この支持台座 12 を介してユニット支持手段 4 により移動テーブル 3 に支持されるようになっていると共に、上記ホーン 11 にはその同軸上に超音波工具 T が取り付けられるようになっている。ここで、上記ユニット支持手段 4 は、板バネ 4。で構成されており、上記超音波振動子ユニット 1 の自重と釣り合っ

てこれを支持していると共に、この超音波振動子ユニット 1 が移動テーブル 3 に対して揺動可能となるようにこの超音波振動子ユニット 1 を支持している。

【0032】また、上記加工圧設定手段 2 は、超音波振動子ユニット 1 の支持台座 12 に取り付けられた電動シリンダ 13 とそのピストンの一端に設けられたカブラ 13。を介して移動テーブル 3 との間に介装されたスプリング 14 とで構成されている。そして、この加工圧設定手段 2 が超音波振動子ユニット 1 に及ぼす付勢力は、加工条件に応じて各穴明け加工毎に設定し直され、図示外のコントローラで若しくは上記移動テーブル 3 のコントローラ 6 を兼用してそのコントローラ 6 で電動シリンダ 13 を駆動し、その設定が行われる。

【0033】また、上記超音波振動子ユニット 1 を所定の速度で回転又は所定の角度ごとに間欠的に回転させるユニット回転手段 7 は、基本的には、そのコーン 10 に設けられたフランジ部 10。を介して取り付けられた振動子ホルダー 15 と、上記超音波振動子ユニット 1 の支持台座 12 に固定され、軸受 18 を介して上記振動子ホルダー 15 を回転自在に保持する支持枠体 16 と、上記

振動子ホルダー 15 に連結されてこの振動子ホルダー 15 を回転させるモーター 17 とで構成されている。

【0034】この実施例において、上記モーター 17 は、超音波振動子ユニット 1 の支持台座 12 に設けられたモーター支持台 12。に搭載され、回転方向の拘束力の小さなカップリング 19 を介して振動子ホルダー 15 に連結されて回転駆動力をこの振動子ホルダー 15 に伝達するようになっており、また、上記モーター支持台 12。と振動子ホルダー 15 との間には超音波発振器 20 から高周波電力を回転する超音波振動子 9 に伝達するためのスリップリング 21 が介装されている。

【0035】更に、この実施例においては、超音波穴明け加工を実施する際にその穴明け加工に先駆けて、超音波工具 T の工具刃部 T。を形成するワイヤ放電研削加工が行われる。そして、このワイヤ放電研削加工を行うためのワイヤ放電加工手段 8 は、基本的には、走行するワイヤ電極 8。と、このワイヤ電極 8。を支持して超音波振動子ユニット 1 に取り付けられた工具原材料 T。の加工部位に相対するワイヤ電極 8。の加工ワイヤ部分を形成するプリー 8。等の支持体とを備えており、このワイヤ放電研削加工で形成される超音波工具 T により超音波穴明け加工されるワーク W と共に加工テーブル 22 に搭載されている。

【0036】ここで、上記ワイヤ放電加工手段 8 により、超音波振動子ユニット 1 に取り付けられた工具原材料 T。にワイヤ放電研削加工を施して工具刃部 T。を形成する方法については、特開昭 55-54138 号公報や特公平 4-28486 号公報記載の方法でよく、特に限定されるものではないが、好ましくは微細棒の加工に適した特公平 4-28486 号公報記載の方法がより好ましい。

【0037】そして、この実施例の場合には、先ず、ロウ付けやハンダ付け等の方法で工具原材料 T。を超音波振動子ユニット 1 のホーン 11 に一体的に固定し、次いでユニット回転手段 7 でこの超音波振動子ユニット 1 を回転させてその先端で工具原材料 T。を回転させ、加工テーブル 22 を所定の移動方向 B に沿って移動させてワイヤ放電加工手段 8 のワイヤ電極 8。の加工ワイヤ部分を工具原材料 T。の加工部位に接近させ、かつ、移動テーブル 3 を移動方向 A に沿って移動させ、この工具原材料 T。の加工部位に所望の工具刃部 T。を形成して工具原材料 T。を所定の超音波工具 T に仕上げる。次に、上記加工テーブル 22 を移動方向 B に沿って移動させ、超音波工具 T をワーク W に接近させ、所定の超音波穴明け加工を行う。

【0038】なお、この実施例 1 の超音波穴明け加工装置によるワーク W に対する超音波穴明け加工は、特願平 4-227745 号明細書に記載された方法でよく、図示外の砥粒が供給されたワーク W の加工面に上記超音波工具 T を当接させ、超音波振動子 9 で超音波工具 T に振

10

20

30

40

50

動を与えると共に、移動テーブル 3 を所定の送り速度で下降させ、このとき超音波工具 T を所定の加工条件に応じた最適な付勢力で下方に向けて抑え付け、超音波工具 T とワーク W との間に最大加工速度を得るための初期加工圧を付与する。そして、この際に、上記コントローラ 6 に格納した移動テーブル 3 の制御プログラムにより、超音波加工中における移動テーブル 3 の送り速度及び／又は送り量を制御し、また、超音波工具 T の摩耗量の検出及び送り量の補正制御を行う。

【0039】従って、この実施例 1 においては、超音波振動子ユニット 1 のホーン 11 に一体的に工具原材料 T を固定し、そこでこの超音波振動子ユニット 1 を回転させながら所定の工具刃部 T を形成して超音波工具 T とし、この超音波工具 T を取り外すことなくそのままワーク W に接近させ、所定の超音波穴明け加工を行うようになっているので、工具刃部 T は超音波振動子ユニット 1 の軸芯に正確に一致し、その高い垂直精度が達成される。

【0040】実施例 2

次に、図 3 及び図 4 に本発明の実施例 2 に係る超音波穴明け加工装置の概略が示されている。

【0041】この図 3 及び図 4 の超音波穴明け加工装置においては、そのユニット支持手段 4 が、移動テーブル 3 に取り付けられた超音波振動子ユニット 1 の支持台座 12 と、超音波振動子ユニット 1 のコーン 10 に設けられたフランジ部 10 との間に介装された磁気支持体 4 であり、この磁気支持体 4 により上記超音波振動子ユニット 1 の自重を支え、かつ、この超音波振動子ユニット 1 を上記移動テーブル 3 にその送り方向 A に対して上下動自在に支持しており、他の点は上記実施例 1 の場合と同様である。

【0042】なお、図中、符号 23 はペルチェ素子を示し、符号 24 は放熱フィンを示し、符号 25 はペルチェ素子 23 に直流電流を供給するペルチェ素子用電源を示し、また、符号 26 は磁気支持体 4 のコントローラを示し、そして、その他の符号において、実施例 1 の場合と同じ番号のものは同じものを示す。

【0043】この実施例 2 においては、超音波振動子ユニット 1 のホーン 11 はコーン 10 に取外し可能に形成されており、このホーン 11 に超音波工具 T を取り付けると当たっては、ホーン 11 をコーン 10 から取り外し、この取り外されたホーンに超音波工具 T の工具原材料 T を取り付け、図 4 に破線で示すように、図示外の適当な回転手段によりこのホーン 11 を回転させながら又は所定の角度ごとに間欠的に回転させながらワイヤ電極 8 とプーリ 8 等の支持体とを備えたワイヤ放電加工手段 8 で工具原材料 T にワイヤ放電研削加工を施

し、このホーン 11 の回転中心に芯出しされた工具刃部 T を有する超音波工具 T を形成し、この超音波工具 T を備えたホーン 11 を上記超音波振動子ユニット 1 のコーン 10 に取り付けて穴明け加工を行う。

【0044】従って、この実施例 2 においては、超音波振動子ユニット 1 における超音波振動子 9、コーン 10 及びホーン 11 の垂直精度を確保しておけば、超音波工具 T がホーン 11 に高い垂直精度で取り付けられるので、結果として超音波振動子ユニット 1 に垂直精度良く取り付けられた超音波工具 T によりワーク W に超音波穴明け加工を行うことができる。

【0045】

【発明の効果】本発明によれば、超音波振動子ユニットに垂直精度良く超音波工具を取り付けて超音波穴明け加工を行うことができ、これによって工具径の細い超音波工具の使用を可能にし、極微小径の超音波穴明け加工を行うことも可能になる。しかも、超音波工具とワークとの間に生じている加工圧が予め設定された初期加工圧よりも大きいかな否かを判断し、その結果に基づいて超音波工具の送り速度を精密に制御して常に最適な加工速度を超音波工具とワークとの間に発生させることができるので、超音波加工の加工効率を飛躍的に高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は、本発明の実施例 1 に係る超音波穴明け加工装置を示す概略説明図である。

【図 2】 図 2 は、図 1 の I-I 線矢視図である。

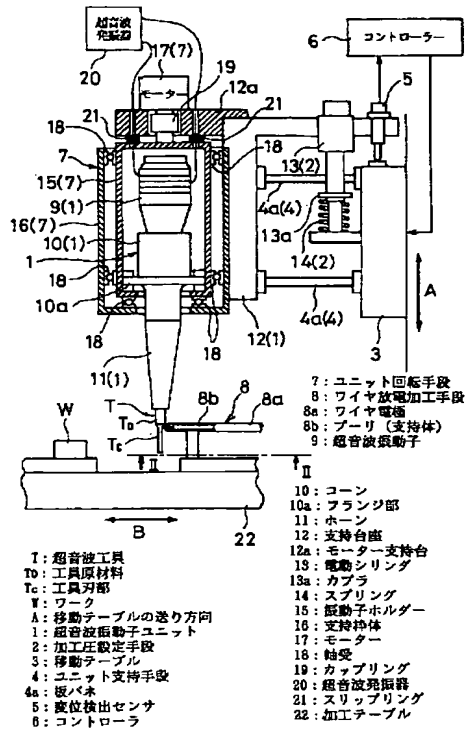
【図 3】 図 3 は、本発明の実施例 2 に係る超音波穴明け加工装置を示す概略説明図である。

【図 4】 図 4 は、図 3 における超音波工具が取り付けられたホーンを示す部分断面説明図である。

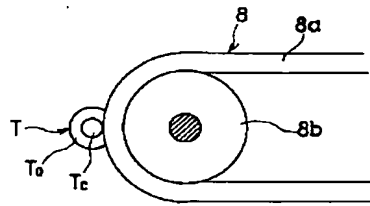
【符号の説明】

T…超音波工具、T₀…工具原材料、T₁…工具刃部、W…ワーク、A…移動テーブルの送り方向、1…超音波振動子ユニット、2…加工圧設定手段、3…移動テーブル、4…ユニット支持手段、4₀…板バネ、4₁…磁気支持体、5…変位検出センサ、6…コントローラ、7…ユニット回転手段、8…ワイヤ放電加工手段、8₀…ワイヤ電極、8₁…プーリ（支持体）、9…超音波振動子、10…コーン、10₀…フランジ部、11…ホーン、12…支持台座、12₀…モーター支持台、13…電動シリンダ、13₀…カプラ、14…スプリング、15…振動子ホルダー、16…支持棒体、17…モーター、18…軸受、19…カップリング、20…超音波発振器、21…スリップリング、22…加工テーブル、23…ペルチェ素子、24…放熱フィン、25…ペルチェ素子用電源、26…コントローラ。

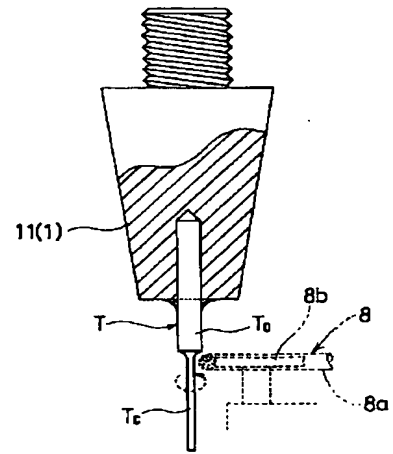
【図1】



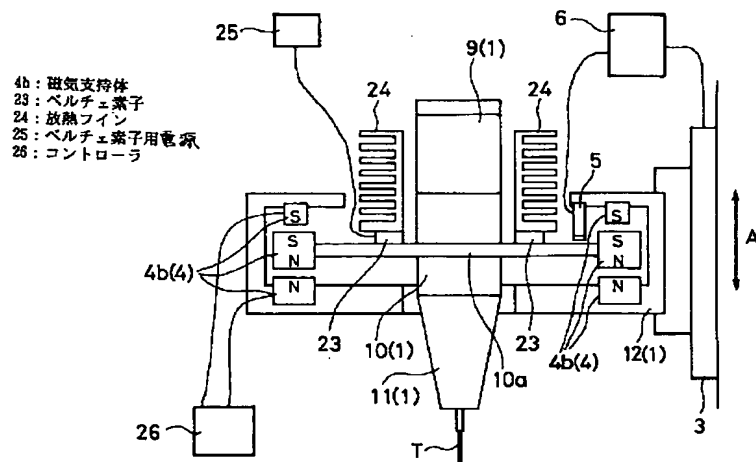
【図2】



【図4】



【図3】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.